

# MASS FLOW CONTROLLER WITH ABNORMALITY DIAGNOSIS FUNCTION AND ITS DIAGNOSIS METHOD

Publication number: JP6194203

Publication date: 1994-07-15

Inventor: TANAKA MAKOTO

Applicant: HITACHI METALS LTD

Classification:

- international: G01F15/02; G05B23/02; G05D7/06; G05B23/02; G05D7/06; G01F15/00; G05B23/02; G05D7/06; G05B23/02; G05D7/06; (IPC-1:7) G05B23/02; G05D7/06; G01F15/02

- european:

Application number: JP19920345790 19921225

Priority number(s): JP19920345790 19921225

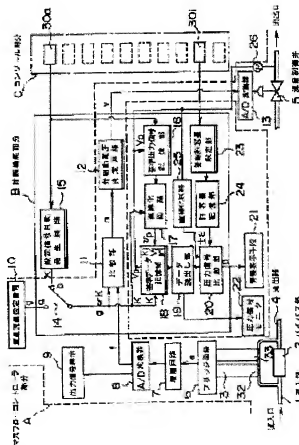
Report a data error here

## Abstract of JP6194203

**PURPOSE:** To enable the presence of abnormality at a sensor part to be diagnosed by obtaining reference characteristics data set, in advance, stepwise over the entire flow range, so as to detect difference between the nominal reference pressure signal and the pressure signal actually detected.

**CONSTITUTION:** Using, firstly, a diagnosis function part B, reference characteristics data corresponding to each flow set value is obtained and stored in a reference pressure signal storing part 16 and a reference data storing part 18. To diagnose presence of abnormality, a turn-over switch 14 is switched to a diagnosis mode on the contact b side, and a diagnosis flow value is set with a key 30a at a console part C, so that, among pre-stored data in the reference data storing part 18, reference pressure signal corresponding to flow setting signal is directly read, and then outputted to a pressure signal comparison part 20, and also to a comparison part 11.

Meanwhile, from the actual pressure signal measured by a pressure sensor 26 on an outflow path 4, corresponding pressure signal is obtained, and it is compared with the reference pressure signal at the pressure signal comparison part 20. Then, if it is out of a permitted range, abnormality signal is outputted to an alarm display means 21.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-194203

(43)公開日 平成6年(1994)7月15日

(51)Int.Cl.<sup>4</sup> 識別記号 片内整理番号  
 G 0 1 F 15/02 7907-2F  
 // G 0 5 B 23/02 3 0 2 R 7618-3H  
 G 0 5 D 7/06 Z 9324-3H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4(全10頁)

(21)出願番号 特願平4-345790

(22)出願日 平成4年(1992)12月25日

(71)出願人 000005083

 日立金屑株式会社  
 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 田中 誠

 千葉県桑名市大橋2番地 日立金屑株式  
 社桑名工場内

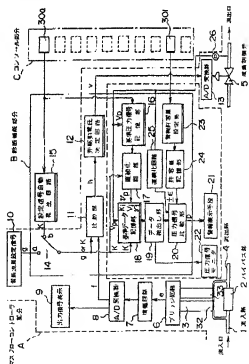
(74)代理人 弁理士 大場 充

(54)【発明の名称】 異常診断機能付マスフローコントローラ及びその異常診断方法

(57)【要約】

【目的】 全流量制御範囲内の任意の指定流量についてセンサ部の目詰り等の異常の有無を診断する機能を備えたマスフローコントローラを提供すること。

【構成】 流入路と、バイパス流路と、センサ流路と、流量センサと、流量制御弁と、流出路と、比較制御部とを有するマスフローコントローラにおいて、流量制御弁の下流側に圧力検出手段を設け、予め初期状態において、各流量値に相当する基準設定信号と圧力信号とを全流量範囲にわたって段階的に対応させた基準特性データを得て、使用中のある時点で任意に設定した診断流量に対応する基準圧力信号を前記基準特性データから取出し、この基準圧力信号と圧力センサ部の実際の圧力信号とを比較し、この結果が許容量を越えている場合警告部を表示するようにした診断機能付マスフローコントローラ。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体の流入路と、この流入路からの流体が流れるバイパス流路と、このバイパス流路から分岐し、所定の分流比の流体が流れるセンサ流路と、このセンサ流路を流れる流体の流量を計測する流量センサと、前記バイパス流路とセンサ流路の流体が合流して流れる流出路と、この流出路に設けた流量制御弁と、前記流量センサで検出した質量流量信号と予め設定した質量流量設定信号とを比較し、前記流量制御弁へ弁駆動信号を出力する比較制御部とを有するマスフローコントローラにおいて、

前記流量制御弁の下流側に圧力検出手段を設け、予め全流量設定範囲にわたって流量設定信号に対応する圧力信号を段階的に計測し、これらを基準圧力信号として記憶する手段と、

使用状態で流量設定値を入力する手段と、この流量設定値に対応する基準圧力信号を読み出す手段と、この読み出した基準圧力信号と、このとき前記圧力検出手段から実際出力されている圧力信号とを許容量を加味して比較する比較手段と、この比較結果に応じて異常信号を表示する表示手段とを有することを特徴とする異常診断機能付マスフローコントローラ

【請求項2】 前記流量設定信号と基準圧力信号とからなる基準特性データと実際検出された圧力信号を直線化させる補正手段を設け、補正後の基準圧力信号と補正後の圧力信号とを許容量を加味して比較することを特徴とする請求項1記載の異常診断機能付マスフローコントローラ

【請求項3】 流体の流入路と、この流入路からの流体が流れるバイパス流路と、このバイパス流路から分岐し、所定の分流比の流体が流れるセンサ流路と、このセンサ流路を流れる流体の流量を計測する流量センサと、前記バイパス流路とセンサ流路の流体が合流して流れる流出路と、この流出路に設けた流量制御弁と、前記流量センサで検出した質量流量信号と予め設定した質量流量設定信号とを比較し、前記流量制御弁へ弁駆動信号を出力する比較制御部とを有するマスフローコントローラにおいて、

予め全流量設定範囲にわたって流量設定信号に対応する圧力信号を段階的に計測すると共にこれらを基準圧力信号とし、

使用状態で流量設定値を入力して、この流量設定値に対応する基準圧力信号と、このとき前記流量制御弁の下流で実際検出される圧力信号とを許容量を加味して比較し、この比較結果に応じて異常信号を表示することを特徴とするマスフローコントローラの異常診断方法

【請求項4】 前記流量設定信号と基準圧力信号とからなる基準特性データと実際検出された圧力信号を直線的に補正し、補正後の基準圧力信号と補正後の圧力信号とを許容量を加味して比較することを特徴とする請求項3

2

記載のマスフローコントローラの異常診断方法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体製造プロセスに用いる流体の質量流量を制御するマスフローコントローラに関し、特に流量センサ部で生じる異常の発見を自己診断する機能を備えたマスフローコントローラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のマスフローコントローラの一例を図7にブロック図で示す。このマスフローコントローラは流体の流入路50と、この流入路50の流体を並列に別けて流すバイパス流路51と、センサ流路52、これらバイパス流路51およびセンサ流路52の流体が合流する流出路53と、この流出路53の途中に設けた流量制御弁54と、センサ部55の検出信号を増幅する増幅回路56と、この増幅した検出信号と予め設定した質量流量設定信号57とを比較し、前記流量制御弁54へ駆動信号を出力する比較制御部58とからなっている。ここでセンサ部55は、例えば内径が約0.5mm程度の細いステンレス鋼製の細管52の外周面にコイル62と、このコイル62の下流側にコイル63とを巻き、さらにこれらコイル62、コイル63、他の抵抗素子、通常と個でブリッジ回路の構成したものである。また、このマスフローコントローラはセンサ部55からの増幅検出信号を出力信号として取り出し質量流量を外部で表示したりすることがある。

【0003】近年、半導体製造プロセスの進展とともにマスフローコントローラに流す流体の種類が増えたり、多様化して来ている。こうした中でマスフローコントローラに例えば腐食性を有するガス、あるいは熱分解しやすいガスなどを長期間流すと、マスフローコントローラのセンサ部に用いられているステンレス鋼製の細管内でガスが分解して固着したり、これが細管の内径に付着したり、他のガスと反応して反応した物質が細管内に付着したりして細管内に目詰りを起こすことがある。この結果センサ部の感度に変化し、バイパス流路には1分流体が流れているのにセンサ部を流れる流量が少なくなり設定質量流量に対して実際の流量を多くしてしまうということが起る。ところが従来、マスフローコントローラにはセンサ部の細管の目詰りの検出手段がなかったため、半導体製造プロセスの状態が変化して初めてこの異常を発見するのが実状であった。

【0004】このような問題から最近では次のような方法による異常診断機能を備えたマスフローコントローラが提案されている。例えば1つの方法は、実公平1-30014号公報に開示されたごとく、流量測定用のセンサ管と、これとは別に内径の大きなチェック用のセンサ管を設け、両センサ部の出力信号値を比較器で比較し、その差が一定値以上になったとき、流量測定用のセンサ管に目詰り等の異常が起ったと判断し警報を発生するようにし

【0005】このように問題から最近では次のような方法による異常診断機能を備えたマスフローコントローラが提案されている。例えば1つの方法は、実公平1-30014号公報に開示されたごとく、流量測定用のセンサ管と、これとは別に内径の大きなチェック用のセンサ管を設け、両センサ部の出力信号値を比較器で比較し、その差が一定値以上になったとき、流量測定用のセンサ管に目詰り等の異常が起ったと判断し警報を発生するようにし

【0006】このように問題から最近では次のような方法による異常診断機能を備えたマスフローコントローラが提案されている。例えば1つの方法は、実公平1-30014号公報に開示されたごとく、流量測定用のセンサ管と、これとは別に内径の大きなチェック用のセンサ管を設け、両センサ部の出力信号値を比較器で比較し、その差が一定値以上になったとき、流量測定用のセンサ管に目詰り等の異常が起ったと判断し警報を発生するようにし

3

たものである。また他の方法として特開第63-48422号公報で開示されたように制御回路に制御弁の開閉度を一定値に設定する弁開度設定手段を設け、異常の有無を診断するときは診断回路に切換れ前記弁開度設定手段により、力された基準値により制御弁を一旦所定の弁開度に固定し、所定の流量を得た上で前記基準値と実際の流量センサの出力信号とを比較して両者の差に応じて異常の有無を判定するという方法があった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが上記の従来技術のうち前者の方法では、チェック用のセンサも同時に給時変化するため、チェック用のセンサ後及びセンサ部等を個別的に付加して設ける必要があるのです。フローコントローラ自体が大型となり、組立て等も煩雑になるといふ問題がある。また後者の方法では、制御弁に所定の基準値（弁の駆動信号）を与えて所定の弁開度に固定した上で受け付けばこの基準値とセンサの出力信号とを比較して異常の有無を診断することではよい。即ち流量が一定であることを前提としているので、この基準値によって定められた所定の流量以外の流量、例えば今現在制御している流量などでは診断動作がなされないことになる。更に流量制御弁として用いられる電磁弁であるとか圧電素子のアクチュエータにはヒステリシスがあり、弁を開から動作させた場合と閉から動作させた場合と同一駆動電圧でも開度が異なるという問題があった。又、弁の入口の圧力が変動した場合にも同一開度に対して流量が変わってしまう異常診断ができないという問題があった。流量を段階的に変化させて制御するようなマスフローコントローラなどでは、センサ部の流量と出力信号の関係を示すグラフの勾配が変化するとスパントリフトだけでなく、ゼロ点かがドリフトすること等が比較的多く起こる。つまり上記のようにある一点だけでの診断や校正では他の全流量範囲における流量とセンサ出力の関係を校正するようなことはできない。即ち出来るだけ多くの制御流量で異常の有無を診断しなければならぬ以上記の従来技術では細かな診断流量の指定には比較に対応できないのである。又診断できる流量範囲が限定されている。

【0006】以上のことから本発明は、上記問題を解消し、全流量制御範囲内の任意の指定流量（診断流量）で、マスフローコントローラの入口の圧力が変動してもセンサ部の目詰り等の異常の有無を診断することができる機能を備えたマスフローコントローラを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、マスフローコントローラの流量制御弁の下流側に圧力検出手段を設け、予め全流量設定範囲にわたって流量設定信号に対応する圧力信号を段階的に計測し、これらを基準圧力信号として記憶する手段と、使用状態で流量設定値を入力す

4

る手段と、この流量設定値に対応する基準圧力信号を読み出す手段と、この読み出した基準圧力信号と、このとき前記圧力検出手段から検出出力されている圧力信号とを許容量を加味して比較する比較手段と、この比較結果に応じて異常信号を表示する表示手段とを設けたものである。また、前記流量設定値と基準圧力信号とからなる基準特性データを直線化させる補正手段とさらに設け、且つ検出出力されている圧力信号も直線的に補正して、それぞれ補正後の基準圧力信号と実際の圧力信号を上記のように比較してもよい。

【0008】

【作用】本発明による異常診断機能付マスフローコントローラは、マスフローコントローラの下流側にある反応チャンバーの圧力がほぼ一定に保たれ、かつ流量を段階的に比較的頻繁に変更して流体を制御するような半導体製造プロセスに用いることになっている。予め全流量範囲にわたって段階的に設定した基準となる流量設定信号と基準圧力信号とからなる基準特性データを得る。これは後に異常の有無を診断するときに使用するものになる。一方、通常の使用状態では別に設定された質量流量設定信号とセンサ部の検出信号とを比較制御部で比較制御し、流量制御弁の弁駆動信号を出力している。このとき、圧力検出手段からの出力値は圧力検出手段から反応チャンバーまでの配管の圧損失に依存して変化している。即ち反応チャンバー内にはほぼ真空状態（10<sup>-1</sup>〜10<sup>-3</sup> Torr）で使用され、しかも反応チャンバーまでの配管は圧損を生じようになっている。この圧損は反応チャンバー内でのプロセスガスの増減による圧損よりも十分に大きいので流量と圧損の相関係数は一定に保たれている。ここでセンサ部が目詰りを起こし始めると、センサ部の圧損が大きくなりパイプに流れる流量が多くなる。実際に流量制御弁を通る流量は変化していないにもかかわらず、比較制御部では流量設定信号とセンサ信号の両者をよくすうように弁の駆動信号を増大させるので必要以上に流量は増える。同時に圧力検出手段の圧力値が低くなる。つまり目詰りが起こると、あるべき基準の圧力信号と実際の圧力検出部で検出した圧力信号とにズレが生じ始める。本発明はこのズレが許容範囲を越えた場合警報を発するようにしたものである。

【0009】更に本発明では、定期的あるいは制御流量を変えた時などに、異常の有無を診断する流量値を自由に設定することかでき、この流量設定信号に対応する基準圧力信号を取り出し、これと実際の圧力信号とを比較し、この結果が許容範囲を外れた場合に行警報をランプや音等で表示するというものである。ここで流量設定信号と基準圧力信号とからなる基準特性データは全流量範囲にわたって段階的にデータがとられ系統的に記憶されているので、診断時、流量設定値を随時任意の値を選定してその流量設定値に対応する基準圧力信号を取り出すことが出来る。また記憶されていない流量値や、少数

5

点以下の流量値でもそれに対応する基準圧力信号は演算によって求めることができるし、全流量範囲にわたって繰返して診断することも可能である。また、入口の圧力が変化した場合でも、チャンバ内の圧力が一定であればマスフローコントローラの出口側の圧力が一定であり異常診断を正確に行なうことができる。以上のことより、診断の流量値設定に柔軟性があり、しかもインライン状態で今現在制御している流量で異常の有無を診断することができる。

【 0 0 1 0 】

【実施例】本発明の一実施例を以下図面に基き説明する。図1は一実施例を示す異常診断機能付マスフローコントローラの要部ブロック図である。本実施例の異常診断機能付マスフローコントローラは、マスフローコントローラ部分A(……で示す)と診断機能部分B(……で示す)と、コンソール部分C(……で示す)とからなっており、マスフローコントローラ部分A(但し図1では比較制御部分の一部は診断機能部分に含まれている。)に診断機能部分Bとコンソール部分Cを付加したものである。ただし、これらの構成部分が一体的にあるいは近接して設けられていると限定するものではない。先ずマスフローコントローラ部分Aを説明する。図1で流測定流体例えばガス体がマスフローコントローラの流入口から流入路1を流れ並列に分かれたバイパス流路2とセンサ流路31とに所定の割合で分岐する。さらにバイパス流路2及びセンサ流路31を通過したガスは再び合流して流出路4を流れ、この流出路4の途中に設けられた流量制御弁5によって流量を制御され流出口より流出される。流量制御弁5の下流側に圧力検出手段となる圧力センサ6を設ける。尚圧力センサ6はマスフローコントローラ内に設けてよいしまた外部の配管に設けてもよく設置場所は問わない。

【 0 0 1 1 】センサ流路31には流量に応じた質量流量信号を出力するセンサ部3が設けられており、通常上流側コイル32と下流側コイル33とは同電気抵抗値で、一定電流を流すと同熱差を発生する。センサ流路31にガスが流れると、上流側コイル32に発生した熱差をガスが奪い、この温度の上昇したガスによって下流側コイル33が加熱される。この結果下流側コイル33のりが上流側コイル32より温度が高くなり、これに応じて電気抵抗値にも差がでくる。この差をブリッジ回路6を介して不平衡電圧として取り出すと、センサ流路31内を流れるガスの質量流量はこの不平衡電圧とある関係にあるので、不平衡電圧を検出することにより質量流量を測定することができる。検出された不平衡電圧は増幅回路7とA/D変換回路8を通過して、増幅され質量流量信号イとなって比較部11に入力される。一方、比較部11は所望する制御流量に相当する質量流量設定信号δが切換スイッチ10の接点を介して外部より入力される。そのため比較部11はセンサ部で検出した質量流量信号イと質量流量設定信号δと

6

を比較し、この差に比例した信号δを弁駆動電圧決定回路12へ出力する。弁駆動電圧決定回路12では上記信号δと現在の駆動信号をもとに内蔵された弁駆動電圧決定プログラムでP1D制御が行われ弁駆動信号(ここでは電圧なもので以下電圧という。)Vを出力する。そしてD/A変換器13を介して流量制御弁5のアクチュエータに駆動電圧として入力され、その結果流量制御弁5を駆動し流量開度は上記の電圧と減りるように変化する。こうして流量制御弁5は弁開度を調整され質量流量設定信号δに応じた制御流量を保つように制御される。このとき圧力センサ6の出力信号δはマスフローコントローラの出口から下流側に接続されているチャンバまでの配管及び圧力損失に応じた電圧を出力しており流量変化に伴い変じている。

【 0 0 1 2 】次に診断機能部分Bについて図2～図5と共に説明する。図2は初期状態で基準特性データを設定するフローチャートの概略である。図3は流量設定値と圧力信号の関係図例を示す。図4は図3の流量設定値を基準となる流量設定値に置換した流量設定値と圧力信号との特性データ組図を示す。図5は図4の圧力信号のスケールを変換した上で線図を線形化した補正圧力特性データ組図を示す。なお、図4、図5において基準値を細線で示すと共に、実際センサ部で測定した実測値を実線で併記した。

【 0 0 1 3 】先ず診断機能部分Bを用いて受け入れマスフローコントローラについて、予め初期状態において各流量設定値に対応する流量設定信号と圧力信号とを1対1に対応した基準特性データを得る。この時、切換スイッチ10を各接点から順次点に切換え、設定信号自動発生回路15に切換える。設定信号自動発生回路15では流量δから例えば割合をみて100%程度までの全流量範囲にわたって段階的に流量設定が行われるプログラムを内蔵している。これは各流量設定値δを任意の間隔で段階的に発生させることができ、この流量設定値δ11に対応して流量設定信号δ11を任意の割合で発生させる。この信号δ11は上述の質量流量設定信号δと基準値は同一のものであるが、入は100%より30まで全流量範囲にわたって対応する信号が存在する(図2の2)。そして、発生させた流量設定信号δ11を比較部11に入力すると、センサ部3からの質量流量信号イと比較し弁駆動信号決定回路12を介して弁駆動電圧V1を出力される。このときの圧力信号V1を圧力センサ6で測定し図2の2よりこれを基準圧力信号記憶部16に記憶する。同時にこの圧力信号V1を基準データ記憶部18にも記憶される。なお、ここで上記流量設定値δ11と流量設定信号δ11を兼ねたものとして流量設定信号を省略してもよい。また、圧力信号V1は基準圧力信号記憶部16に記憶するまでもなく直接下記する線形化回路に出力する構成としてもよい。

【 0 0 1 4 】また本実施例のように上記基準圧力信号V1

50

pを基準圧力信号直線化回路17に人力して、例えば流量設定値100%が流量設定信号5Vに相当するようにスケール変換し、流量設定信号と基準圧力信号を図5のように直線化することが望ましい。こうして直線的に補正して得られた補正圧力信号 $V_p$ も上記基準データ記憶部18に記憶する。以上の操作を0~100%に対応して0~120まで繰り返すことによって(図2の2f、g)、流量設定信号0~120と基準圧力信号 $V_0$ ~ $V_{120}$ 及び補正圧力信号 $V_p$ ~ $V_{120}$ とがそれぞれ対応した121個の基準特性データが前記基準データ記憶部18に記憶される(図2の2e)。また、圧力センサから実際の出力される圧力信号を直線的に補正する回路35を設けて、これは直線化回路17と兼ねるようにしてもよい。このデータによって図4、図1、図3を得ることができる。図1にはこの基準特性データを線図化したものの他に圧力センサ部での実際の出力値を併記したが、本発明は異なるに細線で示す基準値に対し、実線で示すセンサ部での実測値を電圧比較し、この差が許容範囲内にあるかないかをみて異常の有無を判定するものである。

【0017】基準圧力信号直線化回路17は、スケール変換等して基準圧力信号 $V$ と流量設定信号 $Q$ との関係を補正して直線化するプログラムが内蔵されているが、この部分には演算機能も含まれている。こうすることによって記憶されていない流量設定値が1点以下の流量設定値等は演算して直線化したデータと対応する値を求めることができる。図4に補正直線の直線化したデータを左側値と共に示したが、無論この直線化データを基準値として、これと直線的に補正した実測値とを比較し、異常の有無を判定するようにしてもよい。データ読み出し部19は、後述する診断モードにした時における流量値 $V$ に対応する基準圧力信号 $V_N$ を読み出す機能をもっている。このデータ読み出し部19から補正圧力信号 $V_p$ と流量設定信号 $Q$ との関係を外部のモニタ21にも表示すればこのモニタでも監視がしやすいものとなる。圧力信号比較部20は、診断モードの時上記データ読み出し部19から取り出した基準圧力信号 $V_N$ と実際の圧力信号 $V$ とを比較して、異常があると判定したとき結果を警報表示回路22へ出力するものである。

【0018】警報許容量設定部23は、圧力信号比較部19で上記の比較をする場合に加味される警報許容量 $\epsilon$ を設定するところである。許容量とは例えば各マスフローコントローラに許容された測定誤差、通常フルスケール流量に対して決められた一定量を用いることが多いが、これにこだわることはなく制御流量の範囲などによって可変に設定することもできる(図2の2b)。また許容量記憶部24は、設定された許容量 $\epsilon$ を記憶するところにある(図2の2c)。以上の各機能はすべてマイクロ内で構成し、処理するようになっている。警報表示手段22は、ブザーなどでもよいし、ランプ交差と視覚に訴えるものでもよく、両方を兼ねたものでも無論問題はない。

【0017】次にコンソール部について説明する。このコンソール部内には通常の電源の他に設定流量値を設定するキー30aや警報許容量の設定キー30bなどがあり、その他にも圧力信号を記憶指令するキー、質量流量設定信号の表示、警報の表示などの機能がまとめられている。またこのコンソール部で後述台のマスコントローラについて同種の診断が行えるようにまとめることもできる。

【0018】次に異常の有無を診断する場合の動作について図6と共に説明する。図6は診断の場合のフローチャートの概略を示している。まず、通常切換スイッチ14は検点側の運転モードに位置して、この場合はマスフローコントローラ部Aが機能して所望する流量、例えば65%の流量が流し、此时この流量に相当する質量流量設定信号 $Q$ に基づいて上記の通り流量制御が行われる。次にその後の使用時で異常の有無を判断しようとする時は、切換スイッチ14を検点側側の診断モードに切換え、その後コンソール部のキー30aで診断流量 $V_0$ を設定する。(図6の6a)本発明ではこの設定が自由に行えることが一つの特徴となっているので例えばここでは75%を設定する。これは予め記憶されていない流量値でもよいし、小教点以下の値でも自由に設定できる。次に設定信号自動発生回路15によって、この流量値75%に対応する流量設定信号 $Q_75$ を求める。(図6の6b)次にこの流量設定信号 $Q_75$ に対応する圧力信号 $V_75$ を求める(図6の6c)。これを読み出し圧力信号比較部20へ出力する。ここで流量設定信号 $Q_75$ が上記した初期設定時に予め記憶されているば基準データ記憶部18の中から流量設定信号 $Q_75$ に対応する基準圧力信号 $V_75$ を直接読み出し圧力信号比較部20へ出力するようにしてもよい。なお、この時流量設定信号 $Q_75$ は比較部11にも入力される。

【0019】一方、センサ部3で検出した実際の質量流量信号 $Q$ と65と、先程の流量設定信号 $Q_75$ とを比較し、流量制御部14は制御されるが、このとき圧力センサで実際の圧力信号 $V$ を測定する(図6の6d)。そして、この圧力信号 $V$ を求め(図6の6e)、さらに対応する圧力信号 $V_75$ を求め(図6の6f)、これを圧力信号比較部20へ入力し、上記基準圧力信号 $V_75$ と圧力信号 $V$ とを比較する。この比較をする場合 $V_75 \neq V_75$ のとき正常であると判定し、 $V_75 \neq V_75$ のとき異常であると判定してもよいが、上述のように許容量を加味することが望ましい。許容量記憶部24から入力された許容量範囲 $\epsilon$ を取り入れて、 $V_75 - \epsilon \leq V_75 \leq V_75 + \epsilon$ の判定を行う(図6の6g)。従って、この範囲を外れる場合は異常信号 $Y$ を警報表示手段22へ出力し、警報を表示するようにする。また、範囲を外れる場合でもタイマをセットして(図6の6h)数時間、例えば5秒間同じ状態が継続した場合(図6の6i)に初めて警報を表示するようにし(図6の6k)、それまでの間注意表示を行うようにし

てもよい。さらに上記の比較で範囲内にあるときは正常信号 $O$ を出力して $OK$ 表示をするようにしてもよい。以上のようにしてセンサ部の異常の有無を自己診断することができる。

【0020】また上記の実施例は、直線的に補正しないままの基準圧力信号 $V$ を用いて比較判定を行ったが、他の実施例としては、直線的に補正を行った後の補正圧力信号 $V$ と実際に出力される圧力信号を直線的に補正した $V$ とを用いて上記と同様に比較し判定することもできる。さらに他の実施例としては、上述までのように実際の圧力信号と比較の対象とするのではなく、実際の圧力信号を予め記憶された基準圧力信号 $V$ または $V$ のデータ上に置換して基準特性データでの相当値を求め、これと流量設定信号にもとづく基準圧力信号とを比較し判定するようにしても良い。また、複数のチャンバ圧力における基準特性データを用意しておき実際のチャンバ圧力が増減した時相当するチャンバ圧力のデータに切り替えて以下同様に比較、判定を行うことも出来る。なお、切換スイッチ14a、14bは自動切換方式として、診断流量値を入力したら自動的に $a$ から $b$ に切換えるようにするとよい。

【0021】

【発明の効果】以上のようにな発明の異常診断機能付マスフローコントローラによれば、診断する流量値を任意にかつ何時でも設定できるので、目詰りなどのセンサ部の異常の有無を確認できる幅が広がり、柔軟に対応できるのでより使い易いものとなった。特に制御流量やマスフローコントローラの入口圧力を比較的簡単に変更するような半導体製造プロセスに使用するマスフローコント

ローラに適している。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の異常診断機能付マスフローコントローラのブロック図。

【図2】 初期状態で基準特性データを設定するフローチャート。

【図3】 流量値と圧力信号の関係を示す図。

【図4】 流量設定信号と圧力信号からなる基準特性データの関係を示す図。

【図5】 基準特性データを直線化した図。

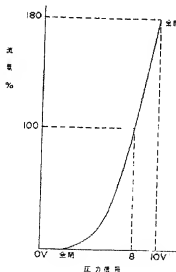
【図6】 使用状態で異常の診断を行うフローチャート。

【図7】 従来のマスフローコントローラを示すブロック図。

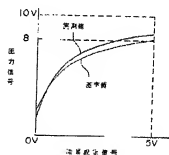
【符号の説明】

- 2…パイパス部
- 3…センサ部
- 5…流量制御弁
- 11…比較部
- 12…駆動電圧決定回路
- 14…切換スイッチ
- 15…設定信号自動発生回路
- 16…基準圧力信号記憶部
- 17…基準圧力信号直線化回路
- 18…基準データ記憶部
- 19…データ読み出し部
- 20…圧力信号比較部
- 21…警報表示手段
- 30…圧力センサ

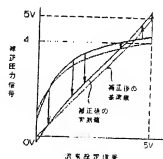
【図3】



【図4】



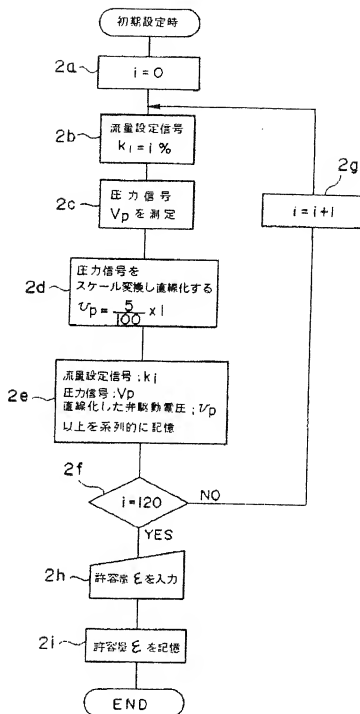
【図5】



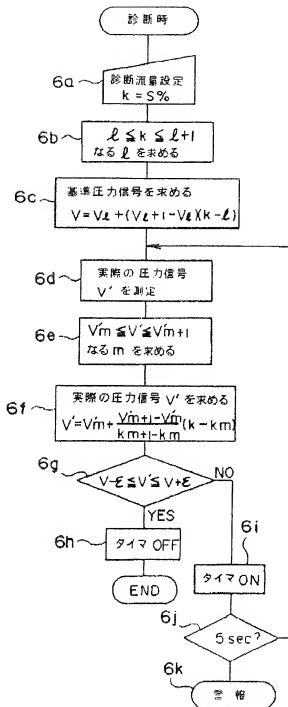




【図2】



【図c】



【図7】

